

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3151168号  
(P3151168)

(45)発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24)登録日 平成13年1月19日(2001.1.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B 01 D 63/02  
63/00

識別記号

500

F I

B 01 D 63/02  
63/00

500

請求項の数2(全9頁)

(21)出願番号 特願平9-132806

(22)出願日 平成9年5月7日(1997.5.7)

(65)公開番号 特開平10-305218

(43)公開日 平成10年11月17日(1998.11.17)

審査請求日 平成9年5月7日(1997.5.7)

(73)特許権者 000226242

日機装株式会社

東京都渋谷区恵比寿3丁目43番2号

(72)発明者 坂本 和也

石川県金沢市北陽台3-1 日機装株式会社金沢製作所内

(74)代理人 100098073

弁理士 津久井 照保

審査官 種村 慶樹

(56)参考文献 特開 昭59-4403 (JP, A)

特開 平3-131324 (JP, A)

特開 平2-107318 (JP, A)

実開 昭55-99703 (JP, U)

特公 昭63-51047 (JP, B2)

実公 平3-45735 (JP, Y2)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中空糸型モジュール及びその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空糸束を装填した筒型ケーシングを備え、該ケーシングの両端開口部内に樹脂組成物を充填して形成した封止部により各中空糸の端部を接着固定し、ケーシングの側部に内部と連通するポートを設け、中空糸の内表面側に存在する第1流体と中空糸の外表面側に存在する第2流体との間で流体の構成成分を移動させる中空糸型モジュールにおいて、

前記封止部を形成する樹脂組成物と同一の樹脂組成物からなるコーティング層を、封止部の内側表面から前記ポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲に亘って連続させた状態で中空糸の端部表面に設けたことを特徴とする中空糸型モジュール。

【請求項2】 前記コーティング層は、封止部内側表面からの長さを、中空糸束の径方向に漸次変化させ、外周

2

側はポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲まで設けて中心側を外周側よりも短くしたことを特徴とする請求項1記載の中空糸型モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、体液処理や水処理などに使用する中空糸型モジュールに関する。 .

【0002】

【従来の技術】 中空糸型モジュールは、医療分野や工業分野を始め幅広い分野で使用されている。例えば、医療分野においては腎臓や肝臓に疾患を持つ患者の血液浄化などに使用され、工業分野においては、ジュースなど飲料物の濃縮や精製、半導体製造において使用する超純水の製造等に使用されている。

【0003】 従来、中空糸型モジュールの一種として、

内部に中空糸束を装填した筒状のケーシングの両端開口部に樹脂接着剤を充填して中空糸束の端部を接着固定するとともに封止し、液密性（気密性）を保持した状態で各中空糸の内表面側と外表面側とを分離した中空糸型モジュールがあった。この中空糸型モジュールでは、ケーシング側面の両端部に、ケーシング内部に連通した注入ポート及び排出ポートを設けてあり、ケーシングの両端に、それぞれ各端部開口を閉塞する閉塞蓋を設けてある。また、一方の閉塞蓋には注入口を設けてあり、他方の閉塞蓋には排出口を設けてある。さらに、各中空糸の両端は開放させた状態に設けてある。

【0004】上記した構成を有する中空糸型モジュールは、例えば、次の手順で製造されていた。まず、筒型ケーシング内に中空糸束を挿入し、樹脂接着剤の注入口を有したポッティングキャップにてケーシングの両端開口を塞ぐ。ここで、中空糸束は、膜厚が5～50マイクロメートル、内径が150～250マイクロメートル程度の半透性中空糸を3000～15000本程度束ねたものである。そして、ポッティングキャップの注入口にはチューブ等を装着し、分注タンクとポッティングキャップとを接続する。ポッティングキャップを装着したならば、ポッティングキャップを装着した両端部が円弧軌跡を描くようにケーシングを回転させ、両端部に遠心力を作用させる。この回転状態で分注タンクに接着剤を注入する。注入した接着剤は、チューブ並びにポッティングキャップを通じてケーシングの開口部から両端部に充填され、中空糸束とケーシングの隙間や中空糸同士の隙間に入り込む。充填した接着剤が硬化したならば、ケーシングの回転を止めてポッティングキャップを取り外し、露出したケーシング両端の接着剤部分をケーシングの端部開口に沿った方向に切断除去して各中空糸の両端を開口させる。そして、ケーシングの両端に閉塞蓋を装着して中空糸型モジュールとする。

【0005】このようにして製造した中空糸型モジュールを、例えば、血液浄化器として用いる場合には、ケーシングの一方の端部に装着した閉塞蓋の注入口から血液を流入させるとともに、ケーシングの他方の端部側に設けた注入ポートから透析液を流入させる。この場合、注入口から流入した血液は中空糸の内表面側を通ってケーシングの他方の端部に装着した閉塞蓋の排出口から排出され、注入ポートから流入した透析液は中空糸の外表面側を通ってケーシングの一方の端部側に設けた排出ポートから排出される。そして、血液並びに透析液が流れている状態にあっては、浸透圧などにより、血液の余剰成分が中空糸を透過して透析液側に移動するとともに、血液の不足成分が中空糸を透過して透析液から血液に移動する。

【0006】ところで、この中空糸型モジュールに用いる中空糸束は、上記したように非常に薄く尚且つ細径の中空糸、換言すれば低強度の中空糸を多数本束ねて構成

してあり、また、各中空糸は、両端部分のみが接着固定された状態でケーシングに装填されていた。そして、中空糸型モジュールの使用状態においては、中空糸の内外表面には上記した血液や透析液のような液体、或いは気体などの流体が流れる。そして、これらの流体が流れることにより、各中空糸には機械的な力が作用する。例えば、流体の流れが脈流であった場合には、この脈流に起因する流量変化が機械的な力として中空糸に作用する。このような機械的な力により、各中空糸に揺れが生じてその端部、より詳しくは、端部における接着剤にて接着固定された部分と固定されていない自由部分との境界部分に、応力集中が生じる。この応力集中により中空糸は疲労し、長期間の使用などにより疲労が蓄積すると中空糸は破損してしまう。この場合、破損した中空糸が1～数本程度の少数であっても、中空糸の外表面側を流れる流体と内表面側を流れる流体とが混合してしまうので、使用することができなくなる。

【0007】このような不具合を改善するため、従来は、装填する中空糸束の密度を高めて隙間を少なくして全体としての剛性を高めたり、或いはポリエチレンテレフタレート（P E T）などの細い繊維により中空糸を編み込んで補強したりしていた。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中空糸束の密度を高める方法では、中空糸束をケーシング内に隙間無く装填しなければならないので、中空糸束の装填時に中空糸を破損しないよう作業を慎重に行わなければならず、作業効率が低下してしまう。また、繊維により補強する方法では、編み込み工程を必要とするので製造工程の増加により、コストアップを招いてしまう。

【0009】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、流体の流れに起因して生じる中空糸端部の破損を効果的に防止でき、尚且つ製造が容易な中空糸型モジュールを提供することを目的とする。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した目的を達成するためのものであり、請求項1記載の発明は、中空糸束を装填した筒型ケーシングを備え、該ケーシングの両端開口部内に樹脂組成物を充填して形成した封止部により各中空糸の端部を接着固定し、ケーシングの側部に内部と連通するポートを設け、中空糸の内表面側に存在する第1流体と中空糸の外表面側に存在する第2流体との間で流体の構成成分を移動させる中空糸型モジュールにおいて、前記封止部を形成する樹脂組成物と同一の樹脂組成物からなるコーティング層を、封止部の内側表面から前記ポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲に亘って連続させた状態で中空糸の端部表面に設けたことを特徴とする中空糸型モジュールである。

【0011】請求項2に記載のものは、前記コーティング層は、封止部内側表面からの長さを、中空糸束の径方

向に漸次変化させ、外周側はポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲まで設けて中心側を外周側よりも短くしたことを特徴とする請求項1記載の中空糸型モジュールである。

【0012】

【0013】

【0014】

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明に係る中空糸型モジュール1の断面図、図2はケーシングとしてのハウジング3の端部における中空糸束2の切断面全体を示した図、図3はボッティング工程における封止部10並びに封止部10付近を説明する要部拡大断面図である。なお、以下の説明では、中空糸型モジュール1を血液浄化器として用いた場合について説明する。

【0016】中空糸型モジュール1は、中空糸束2を内部に装填した筒状の筒型ハウジング3と、この筒型ハウジング3の両端開口を閉塞する閉塞蓋4、5とから概略構成してある。筒型ハウジング3は、拡径部6を両端部に設けた円筒状部材で、例えばポリカーボネイトにより構成してある。そして、この拡径部6の内径は、拡径部6の内周面とハウジング3内に装填した中空糸束2の径方向端部（即ち、中空糸束2の外周部）との間に、十分な隙間、即ち中空糸束2を構成する各中空糸7同士の間隙（隙間）よりも大きい隙間Sを形成するように設定してある。そして、一端側（図1における右に相当）の拡径部6の外周面には、ハウジング3内部に連通した排出ポート8を突設してあり、他端側（図1における左側に相当）の拡径部6の外周面には、ハウジング3内部に連通した注入ポート9を突設してある。

【0017】この筒型ハウジング3の両端の開口部には、樹脂組成物の一種であるウレタン系の接着剤11（図2参照）を充填して構成した封止部10をそれぞれ設けてあり、各中空糸7の端部を接着固定するとともに封止している。これにより、図2に示すように、ハウジング3の両端開口面は、端部が開口した状態の中空糸7が多数密集した状態となるとともに、ウレタン系の接着剤11が中空糸7同士の間隙を塞いだ封止状態となっている。そして、この封止部10は、図1に示すように、拡径部6の内周面と中空糸束2端部間の隙間Sを残すように端部寄りに形成してある。したがって、封止部10の内側表面10aから注入ポート9或いは排出ポート8の配設位置までは、例えば符号L1で示すように、所定距離離している。そして、この筒型ハウジング3の一端側には、注入口15を備えた閉塞蓋4を螺着しており、Oリング16を介在させることで水密性並びに気密性を確保している。また、他端側には、排出口17を備えた閉塞蓋5を螺着してある。この閉塞蓋5についても、Oリング16により水密性並びに気密性を確保して

ある。

【0018】本実施形態における中空糸7は、ポリエステル系樹脂とポリスルホン系樹脂とを主たる膜素材とした疎水性高分子（PEPA膜）の半透性中空糸である。また、この中空糸7は、膜厚が5～50マイクロメートル、内径が150～250マイクロメートル程度の非常に細いものである。なお、この中空糸7としては、セルロース、セルロースエステル、ポリアクリロニトリル、ポリメタクリル酸メチル、ポリビニルアルコール、エチレン-ビニルアルコール共重合体、ポリアミド、ポリスルホン、ポリエステルの如き高分子等、適宜な材質のものを用いることができる。そして、このような中空糸7を3000～15000本程度束ねて中空糸束2としている。

【0019】そして、図1に示すように、排出ポート8及び注入ポート9のハウジング3内部側端部の前方には、それぞれバッフル板18を設けてある。このバッフル板18により、注入ポート9からハウジング3内に流入した透析液を拡散させ、拡径部6の内周面と中空糸束2端部間の隙間Sに導いたり、一端側端部まで流动した透析液を排出するようにしている。また、中空糸7の端部外表面には、コーティング層19を設けてある。このコーティング層19は、封止部10のウレタン系の接着剤11（樹脂構成物）と同一の物質により構成しており、中空糸束2の外周部近傍の中空糸7に選択的に設けてある。そして、このコーティング層19は、封止部10の内側表面10aからハウジング3の長手方向中央に向けて連続して設けてある。このコーティング層19の長さは、注入ポート9或いは排出ポート8に基づき規定してあり、封止部10の内側表面10aから注入ポート9或いは排出ポート8の内側開口に対応する領域を含めた範囲内（すなわち、図1中に示すように、内側表面10aから符号L2近傍までの範囲内）としてある。さらに、このコーティング層19の長さは、図1に示すように、中空糸束2の外周側が長く、尚且つ、中空糸束2の中心方向（径方向内側）に向けて漸次短くなるように変化させている。

【0020】この中空糸型モジュール1を血液浄化器として使用する際には、前述した従来装置と同様に、注入口15から血液（第1流体に相当）を流入させるとともに、注入ポート9から透析液（第2流体に相当）を流入させる。そして、注入口15から注入した血液は中空糸7の内表面側を通ってハウジング3の他端側に向かって流动し、排出口17から排出される。また、注入ポート9から注入した透析液は、拡径部6と中空糸束2の端部との間に形成された隙間を通じて周方向に広がりつつハウジング3の一端側に向かって流动し、中空糸7の外表面側に接触しながら流れ排出ポート8から排出される。そして、血液並びに透析液が流れている状態では、浸透圧などにより、血液の余剰成分が中空糸7を透過し

て透析液側に移動するとともに、血液の不足成分が中空糸7を透過して透析液側から血液側に移動する。

【0021】この使用時において、上記したように中空糸7の端部にはコーティング層19を設けて補強してあるので、注入ポート9から流入した透析液の流れ（例えば、脈流）が中空糸束2を構成する各中空糸7に作用しても、コーティング層19による補強により中空糸7の端部は揺れ難くなる。これにより、中空糸7の端部にかかる応力集中が緩和され、中空糸7の破損を防止することができる。特に、本実施形態では、コーティング層19の封止部内側表面10aからの長さを、中空糸束2の外周側を長くして中空糸束2の中心方向に向けて漸次短くなるように変化させているので、透析液の流れが作用して揺れ易い外周側の中空糸7についてはコーティング層19を長くして剛性を高め、流れが作用し難くなる中心側に向かうにしたがってコーティング層19を短くして、半透性を有する部分の面積（即ち、有効膜面積）を広くしている。これにより、中空糸7による透過性能を損なうことなく、効果的に中空糸7の破損を防止することができる。

【0022】次に、このような構成を有する中空糸型モジュール1の製造方法について説明する。

【0023】中空糸型モジュール1の製造にあたり、まず、バンドル化を行う（バンドル化工程）。バンドル化とは、上記した3000～15000本程度の中空糸7を束ねて中空糸束2にすることをいう。このとき、中空糸束2の外径は、円筒状のハウジング3の内径（具体的には、ハウジング3の長手方向中央部の内径）に応じた径に調整され、その長さはハウジング3の長さより例えば30ミリメートル程度長いものとしてある。さらに、この中空糸束2の周面には、中空糸束2が汚染されないようにするとともに装填を容易にするために、シート（図示せず）を巻き付けておく。

【0024】次に、ハウジング3内に中空糸束2を装填する（中空糸束装填工程）。このとき、シートを巻き付けた状態で中空糸束2を挿入し、その後にシートのみを抜き取る。このようにすると、作業が容易になるとともに中空糸7の破損を防止できる。そして、挿入した中空糸束2の両端部を、ハウジング3の端部開口面から、それぞれ15ミリメートル程度ずつ突出させておく（図3参照）。この状態で、ハウジング3の両端部に、この両端部を閉塞する有底円筒状のポッティングキャップ20を被せてハウジング3の両端開口を塞ぐ。

【0025】ポッティングキャップ20を被せたならば、ハウジング3をポッティング治具（図示せず）に装着する。このとき、注入ポート9並びに排出ポート8を上向きにして装着する。続いて、接着剤11を供給するための分注タンク（図示せず）からのチューブ（より詳しくは、チューブ先端に設けたノズル）を両ポート8, 9に挿入する。即ち、これらのポート8, 9は、中空糸

型モジュール1の製造時における接着剤11用の注入ポートとして機能する。チューブを両ポート8, 9に挿入したならば、ハウジング3を装着したポッティング治具を遠心分注装置のターンテーブル上に取り付ける。この場合、ターンテーブル上に設けた固定具等を使用して、ハウジング3がポッティング治具から外れないようにしておく。

【0026】遠心分注装置への取り付けが終了したならば、ポッティングを行う（ポッティング工程）。このポッティング工程は、接着剤注入工程と接着剤硬化工程とに大別される。

【0027】接着剤注入工程では、まず、遠心分注装置のターンテーブルを所定の回転速度で回転して、ポッティングキャップ20を装着した両端部が円弧軌跡を描くようにハウジング3を回転させ、両端部に遠心力を作用させる。そして、この回転状態で分注タンクに所定量のウレタン系接着剤11を所定注入速度で注入する。注入した接着剤11は、ノズルから注入ポート9及び排出ポート8内に吐出し、両ポート8, 9内を自重で流下して上方からハウジング3の内部へ流入する。そして、ハウジング3の両端部に充填される。

【0028】ここで、注入すると、中空糸7同士の隙間内を径方向中心側（即ち、径方向内側）に向けて浸入するよりも拡径部6の内周面と中空糸束2との間の隙間に流入し易い粘度としておく。なお、注入する接着剤11は、上記したウレタン系のものに限定されない。例えば、エポキシ系接着剤など、上記したような粘度を有し、時間の経過により硬化するものであればよい。

【0029】このような粘度の接着剤11を用いた場合、両ポート8, 9を通じてハウジング3内部に注入された接着剤11は、ポート8, 9が上向きであるので、上部から供給されて自重により下方に流动する。このとき、中空糸7同士の隙間内を毛細管現象等によって中心側に浸入するよりも拡径部6の内周面と中空糸束2間の隙間Sに流れ込み易いので、隙間Sに沿って速やかに流れで中空糸束2の外周に先ずは行き渡り、少し遅れて中空糸束2の外周近傍部分から中心側に向けて徐々に浸入していく。また、遠心力が作用しているので、接着剤11は、中心側に浸入している間にもハウジングの両端部側に向けて流动する。したがって、中空糸7の接着剤11に浸った長さは、中空糸束2の外周縁側が長く、中心に向かって漸次短くなる。

【0030】ハウジング3の内部に注入された接着剤11は、上記したように隙間Sや中空糸7同士の隙間内を流动しながらハウジング3の端部側に向かって流れ、ポッティングキャップ20に達する。そして、接着剤11は、ポッティングキャップ20の糸束端部収納部21の端部側から溜まりはじめ、量が増加するにつれてレベルが徐々に上昇する（即ち、回転中心側に近づく）ので、

中空糸束 2 の端部から次第に浸す長さを増す。そして、所定量の接着剤 11 が供給されると、中空糸束 2 の端部が所定の長さに亘って接着剤 11 に浸る。所定の長さに亘って接着剤 11 に浸ったならば、接着剤 11 の注入を止めて接着剤硬化工程に移行する。

【0031】この接着剤硬化工程では、ハウジング 3 の回転を継続して、ハウジング 3 の端部に接着剤 11 が集められた状態を遠心力により維持し、この接着剤 11 を硬化させることで封止部 10 を形成する。また、接着剤 11 が粘性を有しているため、接着剤 11 に浸った中空糸 7 端部の外表面には、接着剤 11 が端部方向へ流動した後も接着剤 11 が付着した状態で残り被膜が形成される。この被膜の長さは、接着剤 11 に浸った部分の長さに相当するので、中空糸束 2 の外周縁側の中空糸 7 の被膜の長さが長くなり、中心に向かうにつれて漸次短くなっている。そして、接着剤硬化工程では、この被膜も硬化し、各中空糸 7 の端部外表面に封止部 10 の内側表面 10a まで連続するコーティング層 19 を形成する。なお、この被膜に関し、余剰な接着剤 11 は遠心力により端部側（封止部 10 側）に移動してしまうので薄い層となる。したがって、この被膜は、封止部 10 よりも短時間で硬化する。また、中空糸束 2 の中心部分に位置する中空糸 7 については被膜が形成されないので、コーティング層 19 が形成される中空糸 7 は外周近傍に位置するものだけである。

【0032】接着剤 11 が硬化したならば、モジュール化工程を行う。このモジュール化工程では、まず、ハウジング 3 の回転を止めてボッティングキャップ 20 を取り外す。この場合、ボッティングキャップ 20 の周面に底部に向けて縮径する抜きテープを設けておくと、ボッティングキャップ 20 の取り外しが容易になる。ボッティングキャップ 20 を取り外したならば、ハウジング 3 の両端から外側に突出した封止部 10 の外側部分を、ハウジング 3 の端部開口と同一面となるように切断除去して各中空糸 7 の両端を開口させる（図 2 参照）。なお、ボッティングキャップ 20 を取り付けた状態で封止部 10 の外側部分を切断除去するようにしてもよい。そして、突出部分を切断したならば、ハウジング 3 の両端にそれぞれ閉塞蓋 4、5 を装着して中空糸型モジュール 1 とする。そして、この中空糸型モジュール 1 は、水洗、滅菌、精製水充填（或いは乾燥）の各工程を経て完成する。

【0033】以上説明した製造方法によれば、両端部に遠心力が作用するようにハウジング 3 を回転させ、この回転状態にて、ハウジング 3 端部の拡径部 6 に設けた注入ポート 9 や排出ポート 8 を通じて所定粘度に調整したウレタン系接着剤 11 をハウジング 3 内部に注入する比較的簡単な作業で、封止部 10 とコーティング層 19 を同時に形成することができる。また、このようにして形成したコーティング層 19 は、封止部 10 内側表面か

らの長さに関し、中空糸束 2 における外周側が長くなり、中空糸束 2 の中心側に向けて漸次短くなる。したがって、透析液や血液（即ち、流体）の流れの作用度合いに応じて中空糸 7 のコーティング層 19 の長さを変えることを容易に行うことができる。

【0034】なお、上記した製造方法では、封止部 10 の形成とコーティング層 19 の形成とを同時に行うようにした例について説明したが、封止部 10 とコーティング層 19 とを別工程で形成することもできる。例えば、ハウジング 3 に装填する前の中空糸束 2 の端部外周にウレタン系の接着剤 11 を塗布したり、中空糸束 2 の端部を接着剤 11 に浸したりして、予めコーティング層 19 を形成しておき、このコーティング層 19 が形成された中空糸束 2 をハウジング 3 に装填した後に封止部 10 を形成するようにしてもよい。

【0035】また、上記した例では、中空糸型モジュール 1 を血液浄化器に用いた例について説明したが、この中空糸モジュールは、超純水の製造装置や、ジュースの精製装置など、種々の装置に適用することができる。また、ハウジング 3 の形状に関し、直徑や長さ、或いは形状などは、自由に設定することができる。

【0036】

【実施例】次に、本発明の実施例を示して、本発明をさらに具体的に説明する。ここでは、ボッティング工程における中空糸束 2 の密度（キャップ充填率）や接着剤 11 の注入速度などについて検討した結果について説明する。これらは、コーティング層 19 の長さやコーティング部分の厚さを規定する因子となっている。

【0037】（実施例 1）両端間の長さが 300 ミリメートルのハウジング 3 を用い、ポリエステル系樹脂とポリスルホン系樹脂とを主たる膜素材とした半透性の中空糸 7（以下、PEPA 膜という）により構成した中空糸束 2 を、キャップ充填率が 39% となるようハウジング 3 に装填し、ハウジング 3 を回転速度 1000 rpm で回転させ、粘度 1000 ~ 2000 cP のウレタン系接着剤 11 を、1 ポートあたりの注入速度を 1.5 g / 秒にして所定量注入した。ここで、キャップ充填率とは中空糸 7 の充填率を示し、ハウジング 3 の端部開口面に沿ってボッティングキャップ 20 を切断した場合において、ボッティングキャップ 20 内断面積における中空糸 7 の総断面積の割合のことである。そして、キャップ充填率 39% とあった場合には、ボッティングキャップ 20 内断面積の 39% が中空糸 7 により占められていることを意味する。

【0038】（実施例 2）両端間の長さが 280 ミリメートルのハウジング 3 に、PEPA 膜の中空糸束 2 をキャップ充填率 37% で装填し、ハウジング 3 を回転速度 950 rpm で回転させ、粘度 1000 ~ 2000 cP のウレタン系接着剤 11 を、1 ポートあたりの注入速度を 1.0 g / 秒にして所定量注入した。即ち、実施例 1

11

に比べて遠心力を低下させるとともに注入速度を低速にした。

【0039】(実施例3)両端間の長さが280ミリメートルのハウジング3に、PEPA膜の中空糸7をキャップ充填率41%で装填し、ハウジング3を回転速度1200rpmで回転させ、粘度1000~2000cpのウレタン系接着剤11を、1ポートあたりの注入速度を1.7g/秒にして所定量注入した。即ち、実施例1に比べて遠心力を高めるとともに注入速度を高速にした。

【0040】(比較例1)両端間の長さが300ミリメートルのハウジング3に、PEPA膜の中空糸7をキャップ充填率46%で装填し、ハウジング3を回転速度1000rpmで回転させ、粘度1000~2000cpのウレタン系接着剤11を、1ポートあたりの注入速度を1.5g/秒にして所定量注入した。即ち、実施例1に比べて、キャップ充填率を非常に高く設定した。

【0041】(比較例2)両端間の長さが300ミリメートルのハウジング3に、PEPA膜の中空糸7をキャップ充填率29%で装填し、ハウジング3を回転速度1000rpmで回転させ、粘度1000~2000cpのウレタン系接着剤11を、1ポートあたりの注入速度を1.5g/秒にして所定量注入した。即ち、実施例1に比べて、キャップ充填率を非常に低く設定した。

【0042】(比較例3)両端間の長さが300ミリメートルのハウジング3に、PEPA膜の中空糸7をキャップ充填率39%で装填し、ハウジング3を回転速度1\*

12

\*000rpmで回転させ、粘度1000~2000cpのウレタン系接着剤11を、1ポートあたりの注入速度を0.7g/秒にして所定量注入した。即ち、実施例1に比べて注入速度を非常に低速にした。

【0043】(比較例4)両端間の長さが280ミリメートルのハウジング3に、PEPA膜の中空糸7をキャップ充填率39%で装填し、ハウジング3を回転速度1000rpmで回転させ、粘度1000~2000cpのウレタン系接着剤11を、1ポートあたりの注入速度を3.5g/秒にして所定量注入した。即ち、実施例1に比べて注入速度を非常に高速にした。

【0044】上記の方法で製造した各中空糸型モジュール1における中空糸7のコーティング長と、コーティングされた部分(層)の厚さを測定した。コーティング長は、透析液の流路(注入ポート9)に染色液(コンゴレッド)を流して各中空糸を染色し、中空糸束2外周縁に位置する中空糸7について、染色部分と非染色部分との境界から封止部10内表面までの長さをコーティング長さとした。また、コーティング部分の厚さは、中空糸束2の直径R1と、コーティングされなかった部分(非コーティング部)の直径R2を測定し(いずれも図2参照)、次式に基づき算出した。測定結果を表1に示す。

【0045】

$$\text{コーティング部分の厚さ} = (R_1 - R_2) / 2$$

【0046】

【表1】

	中空糸コーティング長さ(mm)	コーティング中空糸層厚み(mm)
実施例1	7	6
実施例2	6	5
実施例3	8	7
比較例1	18	10
比較例2	1	1
比較例3	0.5	1
比較例4	15	6

【0047】キャップ充填率についていえば、実施例1、比較例1及び比較例2の比較により、キャップ充填率が高いとコーティング長さが長くなり、キャップ充填率が低いとコーティング長さが短くなる傾向があることが判った。そして、キャップ充填率を46%と高くした場合(比較例1)には、コーティング長さが18ミリメートルとなり、中空糸7の補強という観点では問題ないが、中空糸7における半透性を有する部分の面積、即ち有効膜面積が減少してしまうという問題が生じた。この問題は、キャップ充填率を41%程度にすると解消する(実施例3)。また、キャップ充填率を29%と低くした場合(比較例2)には、コーティング長さが1ミリメートルとなり、中空糸7を補強するためには長さが不足していることが判る。そして、キャップ充填率は、34%程度設定すると十分なコーティング長さが得られることが実験的に判っている。以上から、キャップ充填率は、30%~45%の範囲が使用でき、34%~41%の範囲が好適であることが判った。

【0048】接着剤11の注入速度についていえば、注入速度を0.7g/秒と低速にした場合(比較例3)には、コーティング長さが0.5ミリメートルであり、コーティング部分の厚さが1ミリメートルであった。即ち、接着剤11の注入速度を0.7g/秒程度の低速にしても中空糸束2の外周縁部には、極めて短いコーティ

ング層19が形成されることが判った。また接着剤11の注入速度を3.5g/秒と高速にした場合(比較例4)では、コーティング長さが15ミリメートルであり、コーティング部分の厚さが6ミリメートルであった。そして、この比較例4では中空糸7の補強という観点では問題ないが、有効膜面積の減少という問題が生じてしまうことが判った。

【0049】さらに、接着剤11の注入速度を1.0g/秒～1.7g/秒の範囲に設定した場合(実施例1～実施例3)には、コーティング長さが6～8ミリメートル、コーティング部分の厚さが5～7ミリメートルと良好な結果が得られた。以上から、この接着剤11の注入速度については、0.7g/秒～3.5g/秒の範囲が使用でき、1.0g/秒～1.7g/秒の範囲が好適であることが判った。

【0050】なお、上記した接着剤11の粘度については、中空糸束2の密度(即ち、キャップ充填率)や接着\*

	テスト数	リーク発生数	リーク箇所
実施例1	24	0	
実施例2	24	0	
比較例2	24	2	2本とも中空糸と封止部の隙付近
比較例3	24	3	3本とも中空糸と封止部の隙付近

【0053】この落下破壊試験では、実施例1、2には、漏れが生じた中空糸型モジュール1は認められなかった。また、比較例2には、24本中2本の中空糸型モジュール1に漏れが生じ、比較例3には、24本中3本の中空糸型モジュール1に漏れが生じた。そして、漏れが生じた中空糸型モジュール1は、いずれも中空糸7における封止部10の内側表面10aの近傍にて漏れが生じていた。したがって、コーティング長さが6～8ミリメートル、コーティング部分の厚さが5～7ミリメートル程度であれば実用上問題なく使用できることが判った。

#### 【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。請求項1記載の発明は、中空糸束を装填した筒型ケーシングを備え、該ケーシングの両端開口部内に樹脂組成物を充填して形成した封止部により各中空糸の端部を接着固定し、ケーシングの側部に内部と連通するポートを設け、中空糸の内表面側に存在する第1流体と中空糸の外表面側に存在する第2流体との間で流体の構成成分を移動させる中空糸型モジュールにおいて、前記封止部を形成する樹脂組成物と同一の樹脂組成物がらなるコーティング層を、封止部の内側表面から前記ポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲に亘って連続させた状態で中空糸の端部表面に設けたことを特徴とする中空糸型モジュールであるので、中空糸の端部表面は、封止部から連続して形成したコーティング層に

\*剤11の注入速度、また拡径部内周面と中空糸束2間の隙間などに基づいて規定されるが、要するに、拡径部内周面と中空糸束2間の隙間Sに沿って中空糸束2の外周に行き渡り、その後に、中空糸束2の外周縁から中心方向に浸入するような粘度とすればよい。

【0051】また、実施例1、2、比較例2、3について、中空糸型モジュール1の中空糸7の内表面側流路(即ち、上記した血液浄化器における血液側流路)、及び中空糸7の外表面側流路(即ち、上記した血液浄化器における透析液側流路)のそれぞれに全容積の約2/3程度の精製水を充填して出荷用梱包を行い、梱包箱単位で中空糸7の落下破壊試験を行った。この落下破壊試験では、落下高さを2mとし、1角3稜6面をコンクリート床に落下させ、中空糸型モジュール1の漏れを確認した。試験結果を表2に示す。

#### 【0052】

【表2】

覆われる。そして、このコーティング層が保護層として機能して中空糸の端部を補強する。即ち、コーティング層は、応力集中が生じ易い中空糸の封止部近傍部分を補強するので、流体が中空糸の内外表面を流れて中空糸に機械的な力が作用しても、この機械的な力に対抗することができ、中空糸の破損を防ぐことができる。同様に、運搬時などにおける中空糸の破損も防ぐことができる。さらに、モジュールの耐用時間を延長させることもできる。

【0055】請求項2記載の発明によれば、前記コーティング層は、封止部内側表面からの長さを、中空糸束の径方向に漸次変化させ、外周側はポートの内側開口に対応する領域を含めた範囲まで設けて中心側を外周側よりも短くしたので、コーティング層が形成された中空糸束の外周近傍の中空糸の中において、最も流体の流れの影響を受け易い中空糸束の外周縁に位置する中空糸の補強強度を高めている。そして、内周側(中心側)に向かうにしたがって、コーティング層の長さを短くして物質透過性を向上させている。したがって、中空糸の物質透過性を損なわずに中空糸の摇れに対する補強を行うことをより高いレベルで実現することができる。

#### 【0056】

#### 【0057】

#### 【0058】

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る中空糸型モジュールの断面図であ

る。

【図2】ケーシング端部における中空糸束の切断面全体を示した図である。

【図3】ポッティング工程における封止部並びに封止部付近を説明する要部拡大断面図である。

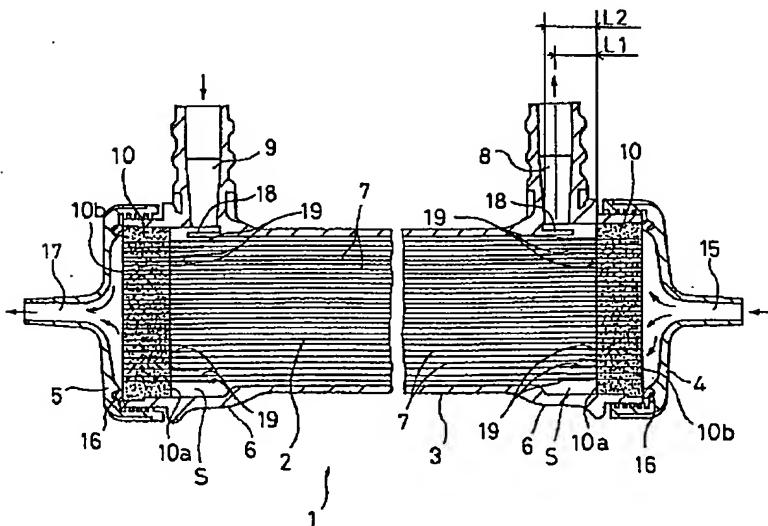
【符号の説明】

- 1 中空糸型モジュール
- 2 中空糸束
- 3 ハウジング
- 4, 5 閉塞蓋
- 6 拡径部
- 7 中空糸

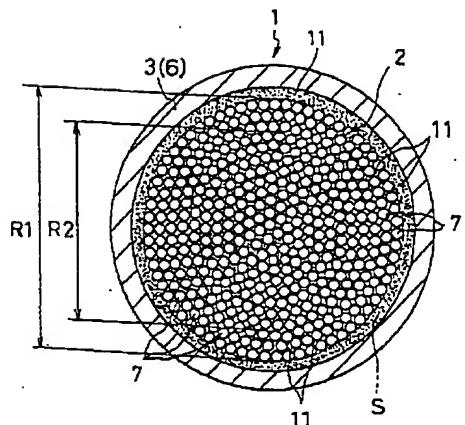
- \* 8 排出ポート
- 9 注入ポート
- 10 封止部
- 11 着接着剤
- 15 注入口
- 16 ○リング
- 17 排出口
- 18 バッフル板
- 19 コーティング層
- 10 20 ポッティングキャップ
- 21 糸束端部収納部

\*

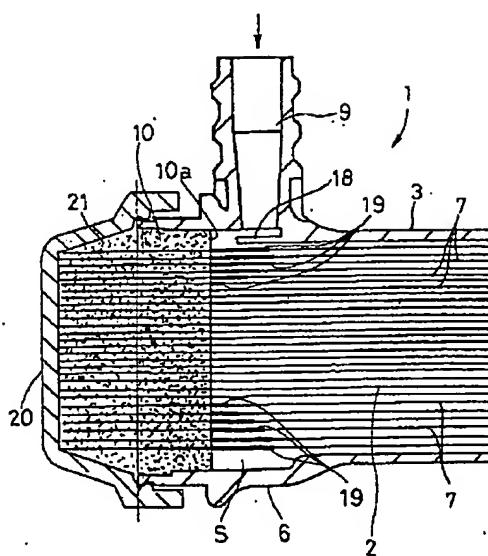
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 63/02

B01D 63/00 500